

**LIQUID BRIDGE WIRE**

**Patent number:** DE1926448  
**Publication date:** 1970-04-09  
**Inventor:** L GERBER HOWARD  
**Applicant:** CONTINENTAL CAN CO  
**Classification:**  
- **international:** B08B3/10  
- **european:** B21D26/12; B23K20/06; G10K15/06  
**Application number:** DE19691926448 19690523  
**Priority number(s):** US19680762448 19680925

**Also published as:** US3559435 (A1)**Report a data error here**

Abstract not available for DE1926448

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide**BEST AVAILABLE COPY**

⑨

Int. Cl.: B 21 d, 26/12

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



⑩

Deutsche Kl.: 7 c, 26/12

⑪

# Offenlegungsschrift 1926 448

⑫

Aktenzeichen: P 19.26 448.3

⑬

Anmeldetag: 23. Mai 1969

⑭

Offenlegungstag: 9. April 1970

Ausstellungsriorität: —

⑮ Unionspriorität

⑯ Datum: 25. September 1968

⑰ Land: V. St. v. Amerika

⑲ Aktenzeichen: 762448

⑳ Bezeichnung: Vorrichtung zum elektrohydraulischen Formen rohrartiger Werkstücke

㉑ Zusatz zu: —

㉒ Ausscheidung aus: —

㉓ Anmelder: Continental Can Company Inc., New York, N. Y. (V. St. A.)

㉔ Vertreter: Thieleke, Dipl.-Ing. Fritz; Döring, Dr.-Ing. Rudolf;  
Fricke, Dr. Joachim; Patentanwälte,  
3300 Braunschweig und 8000 München

㉕ Als Erfinder benannt: Gerber, Howard L., Park Forest, Ill. (V. St. A.)

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —

DR 112448

ORIGINAL INSPECTED

• 3.70 009 815/1236 13/80

PATENTANWÄLTE

1926448  
2932

DIPLO.-ING. F. THIELEKE  
DR.-ING. R. DÖRING  
BRAUNSCHWEIG

DIPLO.-PHYS. DR. J. FRICKE  
MÜNCHEN

Continental Can Company, Inc.,  
New York 17, N.Y., 633 Third Avenue

---

"Vorrichtung zum elektrohydraulischen Formen  
rohrartiger Werkstücke"

---

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum elektrohydraulischen Formen rohrartiger Werkstücke, die in eine Hohlform eingesetzt sind und deren Inneres eine Druckkammer mit einer Wandung aus elastomerem Werkstoff aufnimmt, die mit einer elektrisch nichtleitenden Flüssigkeit gefüllt ist, die zur Übertragung der Druckwelle dient, die durch Funkenüberschlag zwischen in der Druckkammer angeordneten und mit einer Spannungsquelle verbundenen Elektroden erzeugt wird.

Bei bekannten Ausführungsformen der eingangs genannten Vorrichtung besteht entweder zwischen den beiden Elektroden in der Kammer ein Abstand oder aber es wird eine elektrisch leitende Brücke in Form eines Drahtes verwendet, der die beiden Elektroden verbindet und einen Weg für den starken Strom schafft, der sich im Anschluß an das erste Fließen in Form eines Lichtbogens entlädt. Bei der Verwendung eines Brücken-

- 2 -

drahtes ergibt sich der Nachteil, daß die Vorrichtung nicht ohne weiteres wiederverwendbar ist, sondern daß vor jeder Wiederverwendung der Draht erneuert werden muß. Infolgedessen ist mit einer derartigen Vorrichtung ein schnelles Arbeiten nicht möglich.

Wenn der Bogenüberschlag innerhalb der Druckkammer ohne einen Brückendraht erfolgt, dann ergeben sich zwischen den beiden Elektroden uneinheitliche Überschlagswege für den Lichtbogen. Aufgrund dieser uneinheitlichen Überschlagswege des Lichtbogens werden auch variable ungleichmäßige Kraftverteilungen erzeugt. Auch das Überschlagspotential, das erforderlich ist, um den Lichtbogen zwischen den beiden Elektroden zu zünden, ist Änderungen unterworfen. Die Entladung durch eine isolierende Flüssigkeit verlangt das Aufbauen großer elektrischer Felder und erfordert demzufolge die Einhaltung gewisser kurzer Elektrodenabstände, insbesondere die Einhaltung relativ enger Abstandstoleranzen. Das führt wiederum zu einem erheblich großen Anstieg der Elektrodenerosion und damit zu einer Steigerung der Ursache, durch die sich der Elektrodenabstand verändern kann. Die Voraussetzungen für die Durchführung eines Formvorganges können sich von Versuch zu Versuch in großem Umfange ändern, weil die Kürze des Elektrodenabstandes und die aufgrund der Kürze bedingte Erosion der Elektroden bei wiederholtem Zünden des Lichtbogens dazu führt, daß der prozentuale Anteil der Veränderung der Spalt- oder Elektrodenabstandsgröße sowohl unter

009815/1236

-3-

1926448

- 3 -

schiedliche Kraftimpulse zur Folge hat, als auch unterschiedliche elektrische Überschlagsspannungen erforderlich macht. Aufgrund dieser Umstände ist die Energie, die zum Verformen des Werkstückes zur Verfügung steht, von Fall zu Fall verschiedenen groß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszustalten, daß ein bevorzugt elektrisch leitfähiger Pfad zwischen den beiden Elektroden in der Druckkammer geschaffen werden kann, der im Durchmesser und Art seiner Ausbildung einwandfrei gesteuert werden kann, so daß damit Richtung und Stärke des Druckstoßes mit einem Minimum an elektrischer Auslöseenergie gesteuert werden können.

Zur Lösung der vorgenannten Aufgabe kennzeichnet sich die einheitend genannte Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch, daß Mittel vorgesehen sind, um zwischen den Elektroden einen elektrisch leitenden Strompfad geringen Durchmessers aus einer ionisierten Flüssigkeit zu bilden.

Bei derartiger Ausbildung der Vorrichtung ist der Durchschlagvorgang innerhalb der Druckkammer nicht das Ergebnis einer Durchbrechung eines Dielektrikums und damit Änderungen unterworfen, sondern statt dessen ergibt sich nach Einschalten der elektrischen Energie sofort die Ausbildung eines Plasmas

009815 / 1236

-4-

dessen Eigenschaften von den Parametern der zuvor geschaffenen elektrisch leitenden Brücke zwischen den beiden Elektroden bestimmt werden. Sobald das so gebildete Plasma ein gewisses kritisches Format erreicht hat, wird eine Elektronenwolke erzeugt, die lawinenartig entsteht und zum Lichtbogenüberschlag führt. Während der Zeit des zunehmenden Wachstums des Plasmas bestimmt der aus dem Strömungsmedium gebildete elektrische Leiter bzw. der Strompfad der leitenden Flüssigkeit den Entladungsweg in der Druckkammer. Nach Erreichen des kritischen Formates wird die Entladung der elektrischen Energie zur Hauptsache durch die elektrischen Felder und die Fotoionisation bestimmt. Die Tatsache, daß das Anwachsen des Plasmas dem Pfad folgt, der durch eine elektrisch leitende Lösung vorbestimmt ist, stellt einen der Hauptvorteile der neuen Vorrichtung dar. Der Überschlag des Lichtbogens wird dadurch gesteuert, daß das elektrisch leitende flüssige Medium in der entsprechenden Richtung zum Strömen bzw. Fließen gebracht wird. Falls beispielsweise ein unsymmetrischer Formvorgang durchgeführt werden soll, dann kann die Strömung des elektrisch leitenden Mediums in angemessener Weise entsprechend gelenkt werden. Wenn wiederholte Formvorgänge ausgeführt werden müssen, wie beispielsweise beim Formen von Dosenrümpfen, dann ist der Gewinn an elektrischer Energie und die Einsparung an flüssigen Medien beachtenswert. Es treten keinerlei Energieverluste auf, weil das Durchschlagen einer elektrisch <sup>nicht-</sup>leitenden Flüssigkeit vermieden wird, und stattdessen ein elektrisch leitender Brückenpfad zwischen den Elektroden aufgebaut wird.

In Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe strebt die Erfindung weiterhin an, die Vorrichtung so auszubilden, daß bei geringem Energiebedarf zum Zünden des Lichtbogens mit sehr hoher Wirksamkeit gearbeitet werden kann.

Weiterhin wird das Ziel angestrebt, die Vorrichtung so auszustalten, daß Bogenentladungen innerhalb der Druckkammer mit hoher bzw. rascher zeitlicher Folge und mit gleichförmigen Formergebnissen erreicht werden können.

Die Erfindung beabsichtigt die Vorrichtung so weiterzubilden, daß der elektrisch leitende Strompfad zwischen den Elektroden einen kleinen Durchmesser, jedoch eine hohe Energiedichte besitzt.

Erfindungsgemäß ist die Vorrichtung so ausgebildet, daß beispielsweise zum Verformen von Dosenrümpfen eine Druckkammer verwendet wird, die eine dünne ausdehnbare Außenmembran als Außenwand aufweist. Die Druckkammer selbst ist mit Wasser gefüllt und es ragen zwei Elektroden in das Innere der Kammer hinein. Ein dünner Strom elektrisch sehr leitfähiger Flüssigkeit wird durch ein kleines Loch in einer Elektrode in die Druckkammer eingepumpt und stößt aufgrund des Pumpendruckes gegen die andere Elektrode. Wenn ein entsprechend hohes elektrisches Potential an die beiden Elektroden angelegt wird, dann folgt der fließende Strom bevorzugt dem elektrisch sehr

1926448

- 6 -

leitfähigen Flüssigkeitsstrom und definiert auf diese Weise eine Entladestrecke einheitlicher Stärke und Gestalt, die sich von einer elektrischen Entladung bis zur nächsten beliebig oft reproduzieren lässt und jeweils gleiche Ergebnisse liefert.

Weitere Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels.

Fig. 1 zeigt die rechte Seitenansicht einer teils gebrochen und teils geschnitten dargestellten erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung, insbesondere der Druckkammer der neuen Vorrichtung, mit konzentrisch angeordneten Elektroden.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm des elektrischen und hydraulischen Systemes der neuen Vorrichtung.

Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung bei übereinander angeordneten Elektroden.

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführung der Druckkammer der neuen Vorrichtung, bei welcher die Elektroden in Abstandslage

einander gegenüberstehen und bei denen der leitende Brückenpfad von wirbelndem Wasser umhüllt ist.

Fig. 6 zeigt eine Ausführungsform der neuen Vorrichtung einschließlich Form und Zubehör.

In den Fig. ist eine Vorrichtung zum elektrohydraulischen Formen rohrartiger Werkstücke in einer Hohlform gezeigt, die in der Praxis zahlreiche Anwendungsgebiete findet, im Beispiel gem. Fig. 1 jedoch beispielsweise zur Verformung eines Dosenrumpfes dient. Die Vorrichtung 1 dient im gezeigten Beispiel zur Verformung eines rohrförmigen Dosenrumpfes. An der Vorderseite der Vorrichtung ist ein Steuerpult vorgesehen, das zur Steuerung der unterschiedlichen Arbeitsvorgänge beim Formvorgang dient. Eine Ladeeinheit 2 dient dazu, elektrische Energie in Kondensatoren zu speichern. Eine entsprechende Batterie von Kondensatoren ist zu diesem Zweck in der Ladeeinheit 2 angeordnet und es sind entsprechende Kabelverbindungen vorgesehen, um die Kondensatorbatterie mit den Elektroden der Vorrichtung verbinden zu können.

Zur Vorrichtung gehört eine Form 3, die so gestaltet ist, daß ein Forminnenraum Innenoberflächen besitzt, die den Außenoberflächen entsprechen, die der Dosenrumpf nach der Formbehandlung aufweisen soll. Die Form 3 ist teilbar ausgebildet und weist

bei in Höhenrichtung verlaufender Trennfuge zwei Formhälften 4 auf, die auf entsprechenden Halteeinrichtungen 5 befestigt sind und sich dicht aneinanderfügen. In den Halteeinrichtungen 5 befinden sich Einsätze 6, und zwar so eingepaßt, daß sie in die Formhälften 5 eingefügt werden können. Die Formhälften 5 sind auf einem Vorrichtungsgestell horizontal beweglich gehalten und können durch die Bewegung in horizontaler Richtung in eine Offenstellung und in eine Geschlossenstellung überführt werden, so daß bei der Offenstellung die Möglichkeit zur Entnahme des Werkstückes besteht. In Fig. 1 ist die Vorrichtung im geschilderten Aufbau in Einzelheiten dargestellt.

In der Fig. 2 ist eine Einzelheit der erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung im vergrößerten Maßstab dargestellt. Es ist zu sehen, daß sich ein Kanal 7 zentrisch durch eine erste Elektrode 8 erstreckt, die in der Mitte einer Aufnahmeeinrichtung angeordnet ist. Ein dauerhaftes elastomeres Schlauchstück 9 ist um die Elektroden herumgelegt und abgedichtet, um die Druckkammer zu schließen. Eine elektrisch leitende flüssige Lösung oder ein Elektrolyt wird durch den mittleren Kanal 7 der Innenelektrode 10 gepumpt und strömt über die Außenelektrode 11 und von dieser aus zurück in eine Austrittsrohrleitung 12. Normales Regenwasser oder destilliertes Wasser wird in die Druckkammer durch eine Rohrleitung 13 in Richtung auf den Boden 14 der Kammer gepumpt, von wo es umgelenkt wird und wieder in die Richtung auf die Aufnahmestation 8 strömt und dort zusamm-

oder zumindest in gleicher Richtung wie die elektrisch leitende Flüssigkeit abströmt. Auf diese Weise wird nur eine sehr geringe oder gar keine Verschmutzung des Wassers mit der elektrisch leitenden Flüssigkeit erreicht. Alle Strömungskanäle und Öffnungen sind in der Zeichnung zur Erleichterung der Darstellung mit übergroßen Durchmessern bzw. Maßen dargestellt.

Wenn ein Ventil 15 in eine Rohrleitung 16 eingeschaltet wird, über welche die elektrisch leitende Lösung durch die Mittelelektrode 8 eingeführt wird (Fig. 2, 4 und 5), dann kann die elektrische Lösung auch als Trigger benutzt werden, um die Entladung der in der Ladeeinheit 2 gespeicherten elektrischen Energie über die Elektroden einzuleiten. Wenn die Anordnung der Teile so gewählt wird, daß die elektrisch leitende Lösung als Trigger arbeiten kann, dann wird ein Aufbau gewählt, der in Fig. 3 dargestellt ist. Das Behälterventil und der Trigger 17 sind synchronisiert in der Weise, daß unmittelbar nachdem die elektrisch leitende Flüssigkeit eine elektrisch leitende Brücke zwischen den Elektroden aufbaut, der elektrische Strom getriggert wird und einen Strompfad von einer Elektrode zur anderen findet, der sich über die elektrisch leitende Brücke aus der leitenden Flüssigkeit aufbaut. Die leitende Lösung explodiert unter dem Einfluß des Lichtbogens und es entstehen Kräfte, die zur elektrohydraulischen Verformung des Werkstückes bzw. Anpassung der Kontur dieses Werkstückes an die Kontur des Form-

- 10 -

hohlraumes (siehe Fig. 1) benutzt werden können. Durch intermittierendes Hindurchströmenlassen elektrisch leitender Flüssigkeit wird eine Einsparung an leitender Lösung erreicht. Ebenso gut kann jedoch auch mit kontinuierlich fließender elektrisch leitender Flüssigkeit gearbeitet werden.

Eine andere Ausführung der Vorrichtung, insbesondere der Druckkammer, ist in Fig. 4 gezeigt. Bei dieser sind die Elektroden nicht konzentrisch um eine gemeinsame Achse angeordnet. Bei der Ausführung in Fig. 4 wird die elektrisch leitende Flüssigkeit oder Lösung in die Druckkammer durch einen Kanal 8 eingeleitet, der sich längs der Achse einer oberen Elektrode 19 erstreckt. Die Flüssigkeit durchsetzt dann die Kammer und strömt schließlich durch einen Kanal in einer unteren Elektrode 20. Radial außerhalb dieses Kanales befinden sich Öffnungen 21, um Wasser oder andere nichtleitende Flüssigkeit, wie beispielsweise Benzol oder Aceton, welche Druck zu übertragen vermag, in die Druckkammer einzuleiten. Diese Flüssigkeit strömt durch die Kammer in derselben Richtung, in der auch die elektrisch leitende Lösung fließt. Elektrisch leitende Lösung sowie Wasser können gemeinsam als Abfallprodukt (Fig. 4) oder aber auch getrennt voneinander etwa entsprechend der Arbeitsweise gem. Fig. 2 abgeführt werden.

In den Fig. 2 und 4 ist zu erkennen, daß die inneren Kanten 22 der Elektroden abgerundet ausgebildet sind. Eine solche abgerun-

dete Form nehmen die Elektroden nach wiederholten Lichtbogenentladungen infolge der auftretenden Erosion der Elektroden längs der Innenkanten, insbesondere in der unmittelbaren Nähe des elektrisch leitenden von der leitenden Flüssigkeit gebildeten Pfades an. Der elektrische Strom ist bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel so gewählt, daß er von der unteren Kathode 20 zur oberen Anode 19 fließt. Die obere Elektrode ist leichter auszuwechseln und ist bei dieser Anordnung naturgemäß dem stärkeren Verschleiß ausgesetzt, weil die Elektronen auf sie auftreffen. Um die Erosion, die sich aufgrund der Verdampfung des Elektrodenmaterials unter Hitzeinfluß ergibt, klein zu halten, können Materialien, wie etwa Wolfram-Kupferlegierungen, Wolfram-Silber, Wolfram und Edelstahl u. dergl., verwendet werden, um die oberen und unteren Elektroden zu fertigen.

Die Verwendung einer oberen und einer unteren Elektrode erscheint im Hinblick auf die Führung des Lichtbogens in Höhenrichtung von einer Elektrode zur anderen als die geeigneter Anordnung. Bei dieser Anordnung der Elektroden ergibt sich ein Druckstoß in der Flüssigkeit, der sich im wesentlichen oder fast ausschließlich radial auswirkt, so daß sich eine etwa zylindrische Druckwelle ergibt und die Maximalkraftwirkung gegen die Seitenflächen des Werkstückes gerichtet wird, um dessen Gestalt zu verändern. Bei dieser bevorzugten Ausgestaltung bzw. Anordnung der Elektroden kann außerdem auch dafür gesorgt werden, daß sich die elektrisch leitende Lösung und das Wasser

mit derselben Geschwindigkeit bewegen, so daß nur eine sehr geringe Vermischung der beiden Flüssigkeiten eintritt.

Eine gewisse Form 23, welche das obere und untere Ende der Druckkammer bildet, ist so gewählt, daß eine möglichst gleiche Übertragung der Druckkräfte auf die Seitenwandungen des Dosenrumpfes erreicht wird. Als Optimum der erzielbaren Länge im Hinblick auf den Druckwellenweg wird die Form so eingestellt, daß die von ihr reflektierten Wellen interferieren, so daß sich alle Impulse, die nicht ausschließliche Stoßimpulse der ersten Stoßwelle darstellen, gegenseitig auf einfache Weise aufheben.

In der Fig. 5 ist eine Druckkammer gezeigt, bei der die Elektroden in Höhenabstand über-einander angeordnet sind und wobei jede Elektrode eine Leitung bzw. einen Strömungskanal für elektrisch leitende Lösung aufweist. Der Hauptunterschied zwischen dieser Druckkammer gem. Fig. 5 und der Druckkammer gem. Fig. 4 besteht darin, daß das Wasser in tangentialer Richtung, und zwar durch eine Zuleitung 24 eingepreßt wird. Die tangentielle Verwirbelung des Wassers führt dazu, daß elektrisch leitende Flüssigkeit oder Lösung, die in die Tangentialströmung gelangt, verwirbelt wird und mit dieser am unteren Ende der Druckkammer durch die Wasseraustrittsöffnung entfernt wird. Die elektrisch leitende Flüssigkeit oder Lösung tritt hingegen durch eine untere Elektrodenöffnung 25 aus und wird dort über eine oder mehrere hohle Säulen 26 zu einer Austrittsöffnung 27

geführt und abgeleitet.

Alle diese Bauteile der Druckkammer befinden sich wiederum innerhalb eines Gummischlauchabschnittes 28, der eine Druckkammer 29 umschließt. Die Druckkammer 29, ein Dosenrumpf 30, der zu verformen ist und die Form 4 sind in einer Maschine gem. Fig. 1 aufgenommen.

Weitere Einzelheiten der Druckkammer 29, des Dosenrumpfes 30 und der Form 4 sind in Fig. 6 gezeigt. Eine Hubplatte 31 ist unter dem geschilderten Gesamtaufbau angeordnet, und zwar derart, daß ihre Oberfläche exakt mit dem Boden des zu verformenden Dosenrumpfes in Berührung treten kann. Die elektrohydraulische Druckkammer 29 und der Dosenrumpf 30 werden von den Formeinsätzen 6 umschlossen. Das Innere dieser Einsätze 6 weist eine Kontur auf, die mit der Endkontur des Dosenrumpfes übereinstimmt. Es ist zu erkennen, daß das Innere der Form zu Nachform- und Nachgestaltungsarbeiten verwendet werden kann, wobei auch insbesondere sehr feine Bördelungen, Gravuren, Reliefprägungen und ähnliche Verformungen ausgeführt werden können. Die Formkammer ist normalerweise, wie schon einleitend erwähnt, aus zwei Formhälften gebildet, die leicht voneinander entfernt werden können und auch leicht austauschbar sind. Der verformte Dosenrumpf besitzt eine wesentlich größere Festigkeit, als der unverformte und er umschließt auch ein größeres Volumen.

Es wird nunmehr auf die Bauelemente der elektrohydraulischen Druckkammer in Richtung von außen nach innen eingegangen.

Das erste wesentliche Bauteil der elektrohydraulischen Druckkammer ist der Gummischlauchabschnitt bzw. die Membran 9, welche die äußere Begrenzung der Druckkammer bildet. Wenn ein Lichtbogen im Inneren der Kammer erzeugt wird, dann wird diese Membran 9 nach außen gedrückt und gegen die Wandungen des Dosenrumpfes gepreßt, wobei diese wiederum in die Hohlräume und Kavernen des Formhohlraumes bzw. der Einsätze 6 hineingestoßen werden. Elektroden 32, 33 und Aufnahmeeinrichtungen 34 und 35 für die Elektroden sind in einem gewissen Abstand voneinander durch Stützsäulen 36 gehalten, die sich von der oberen Elektrode bzw. deren Aufnahmeeinrichtung 34 zur unteren Aufnahmeeinrichtung 35 erstrecken. Diese Säulen 36 können mit Hohlkanälen versehen sein, durch welche die Rückführung des Elektrolyten sowie des Wassers erfolgen kann. Die Aufnahmeeinrichtungen für die obere und untere Elektrode sind als Formkörper ausgebildet, die Reflektoren für die Stoßimpulse bilden, die beim Über- schlag des Lichtbogens zwischen den Elektroden erzeugt werden. Sie reflektieren die Druckstöße in Richtung auf die Schlauchmembran 9, und zwar in Nähe des oberen und unteren Endes des zu verformenden Dosenrumpfes. Aufgrund dieser Gestaltung und Verwendung der Formkörper wird der Druck gegen die Seitenwandung des Dosenrumpfes, bezogen auf die gesamte Länge des Rumpfes, wesentlich gleichförmiger, als ohne Verwendung

solcher Reflektoren. Wenn die Länge der hydraulischen Welle eines Wellenzuges zwischen dem Punkt der Erzeugung und dem Aufstoßpunkt einviertel der Wellenlänge beträgt, dann interferieren die zweite und die folgenden Wellen mit dieser in der Weise, daß nur eine Welle gegen die Membran trifft, ohne Nachschwingungen zu erzeugen.

Zwischen der Elektrode und der oberen Aufnahmeeinrichtung befindet sich ein Isolierkörper. Dieser kann zweckmäßigerweise aus gummiartigem oder gummiertem Material bestehen. Die Elektroden sind so angeordnet, daß der zwischen ihnen erzeugte Lichtbogen zentrisch zur Druckkammer verläuft und auf diese Weise stets einen konstanten und nahezu gleich großen gleichförmigen Stoß gegen die Seiten der Kammer ausübt, gleichgültig wie oft und wann der Lichtbogen gezündet wird.

Die druckübertragende Flüssigkeit innerhalb der Druckkammer kann Wasser sein. Wenn jedoch ein Maximum an Druckübertragung erwünscht ist, dann können stattdessen Sorbitol oder Methylenchlorid-Lösungen oder aber auch Benzol oder Aceton verwendet werden. Konzentrierte Lösungen von Sorbitol oder Methylenchlorid ergeben im Minimum eine um 50 % größere Verformungswirkung, als Wasser.

Es ist zu erwähnen, daß die Flüssigkeit in der Druckkammer bereits vor Einleitung des elektrischen Entladungsvorganges

bzw. vor Erzeugung des Lichtbogens unter Druck stehen kann, wie sinngemäß bereits in der korrespondierenden Patentanmeldung Ser.No. 762 448 vom 25. September 1968 (USA) des gleichen Anmelders und Erfinders erläutert wurde.

Ein wesentlicher Vorteil des neuen Verfahrens und der neuen Vorrichtung besteht darin, daß Dosenrümpfe wesentlich geringeren Gewichtes verwendet werden können, weil die Wandungen durch die Formbehandlung ausgesteift werden und eine größere Festigkeit erhalten.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß das Hindurchleiten eines Elektrolyten durch Wasser die Möglichkeit schafft, Innendrücke zu erzeugen, während der Elektrolyt unter Druck durch das Wasser hindurchgetrieben wird.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß durch <sup>eine</sup> zirkulierende Lösung, die leitfähig ist, und Verwendung von Wasser, welches in der gleichen Richtung strömt, nur sehr geringe Verluste an elektrisch leitfähiger Lösung durch Vermischen derselben mit dem Wasser entstehen.

Ein weiterer Vorteil, der mit der Erfindung erzielt wird, besteht darin, daß jede einzelne erzeugte Druckwelle dieselbe Form und Kraft aufweist und das gleiche Formergebnis erzielt, auch wenn eine Vielzahl von Dosenrümpfen verformt werden.

- 17 -

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß eine wesentlich höhere Wirtschaftlichkeit erzielt werden kann, weil der elektrische Durchschlag auf ein geringes Volumen eingeschränkt wird, in diesem Volumen jedoch eine höhere Energiedichte zur Folge hat, so daß weniger Energieverluste entstehen.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß nunmehr größere Elektrodenabstände und auch größere Toleranzen der Abstände zugelassen werden können, weil der Weg der strömenden elektrischen Energie zwischen den beiden Elektroden auf den Strömungspfad und den Querschnitt der elektrischen leitenden flüssigen Lösung beschränkt ist.

Schließlich ist einer der wesentlichen Vorteile der Erfindung auch noch darin zu sehen, daß Einsparungen an elektrisch leitender Flüssigkeit sowie elektrischer Energie erzielt werden können, obwohl hohe Arbeitsgeschwindigkeiten verwirklicht werden können, bei denen viele Lichtbogenüberschläge pro Minute möglich sind.

Obwohl im Vorstehenden ein bestimmtes Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert wurde, läßt sich der Erfindungsgedanke noch in weiteren Varianten verwirklichen, ohne vom Wesen und Inhalt der anhängenden Patentansprüche abzuweichen.

- 18 -

009815 / 1236

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum elektrohydraulischen Formen rohrartiger Werkstücke, die in eine Hohlform eingesetzt sind und deren Inneres eine Druckkammer mit einer Wandung aus elastomerem Werkstoff aufnimmt, die mit einer elektrisch nichtleitenden Flüssigkeit gefüllt ist, die zur Übertragung der Druckwelle dient, die durch Funkenüberschlag zwischen in der Druckkammer angeordneten und mit einer Spannungsquelle verbundenen Elektroden erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (7, 12, 18) vorgesehen sind, um zwischen den Elektroden (10, 12) einen elektrisch leitenden Strompfad geringen Durchmessers aus einer ionisierten Flüssigkeit zu bilden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsquelle (2) eine Einrichtung zum Sammeln elektrischer Energie aufweist und daß ein Behälter für die elektrisch nichtleitende Flüssigkeit vorgesehen und mit Einrichtungen ausgerüstet ist, um diese Flüssigkeit in die Druckkammer (3) einzuspeisen und wieder abzuziehen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und / oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Elektrode (10) mit einem Durchgangskanal (7) für die elektrisch leitende

tende Flüssigkeit ausgerüstet ist, während eine zweite Elektrode (8) im Abstand von der ersten angeordnet ist, wobei Mittel (12) vorgesehen sind, um einen flüssigen Elektrolyten durch den Kanal der ersten Elektrode zur zweiten Elektrode zu führen und dadurch einen bevorzugten, leitenden Strompfad zwischen den Elektroden zu bilden und daß Mittel vorgesehen sind, um einen abschirmenden Strom einer Flüssigkeit zwischen dem Elektrolyten und der nichtleitenden Flüssigkeit zu erzeugen und unerwünschte Verunreinigungen zu vermeiden sowie nichtleitende drückübertragende Flüssigkeit in die Kammer einzufließen sowie die ausströmende Flüssigkeit abzuleiten und daß eine Verbindungseinrichtung vorgesehen ist, um die Speichereinrichtung (2) für elektrische Energie bei Fertigstellung des bevorzugt elektrisch leitenden Pfades in der Druckkammer mit den Elektroden elektrisch leitend zu verbinden.

4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß im oberen Bereich der Druckkammer (3) eine Aufnahmeeinrichtung (8) für eine erste und eine zweite Elektrode (7, 8) angeordnet ist, und daß beide Elektroden rohrförmig ausgebildet und unter Zwischenschaltung eines elektrischen Isolierkörpers konzentrisch ineinander angeordnet sind, wobei die zweite Elektrode die erste umgibt.

5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß am Boden der Druckkammer ein Formkörper angeordnet ist, der einen Abschirmstrom über die Elektroden (7, 8) treibt, um die leitende und die nichtleitende Flüssigkeit voneinander getrennt zu halten.

6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckkammer mit einer zugleich als Verschlußdeckel dienenden Aufnahmeeinrichtung (35) für die erste Elektrode (32) und einem diese gegenüber der Aufnahmeeinrichtung elektrisch isolierenden Isolierkörper (34) ausgerüstet ist, während die zweite Elektrode (33) im wesentlichen rohrförmig ausgebildet ist und einen im Format dem Kanal in der ersten Elektrode gleichenden Kanal aufweist, so daß der durch die erste Elektrode ausgestoßene, flüssige Elektrolyt durch den Kanal der zweiten Elektrode aus der Druckkammer abgezogen wird.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Isolierkörper und der Aufnahmeeinrichtung ein ringförmiger Kanal zur Erzeugung einer Abschirmströmung vorgesehen ist, der über eine Verbindungsleitung, die sich durch die Aufnahmeeinrichtung erstreckt, an außerhalb der Druckkammer befindliche Einrichtungen angeschlossen ist.

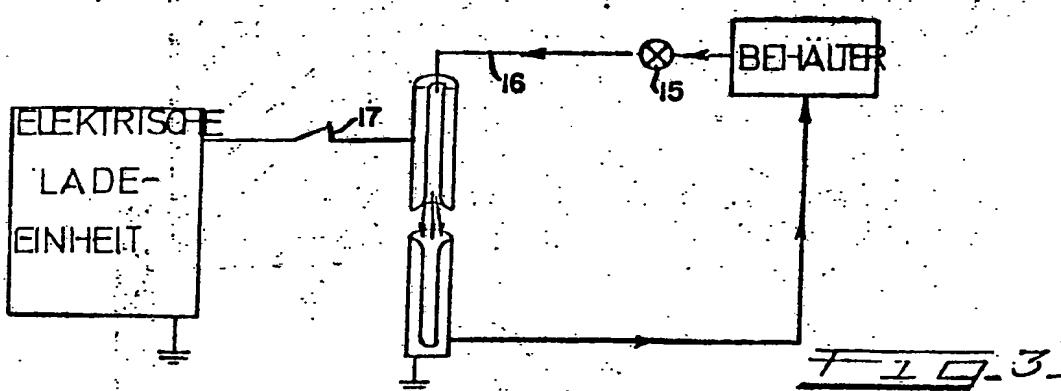
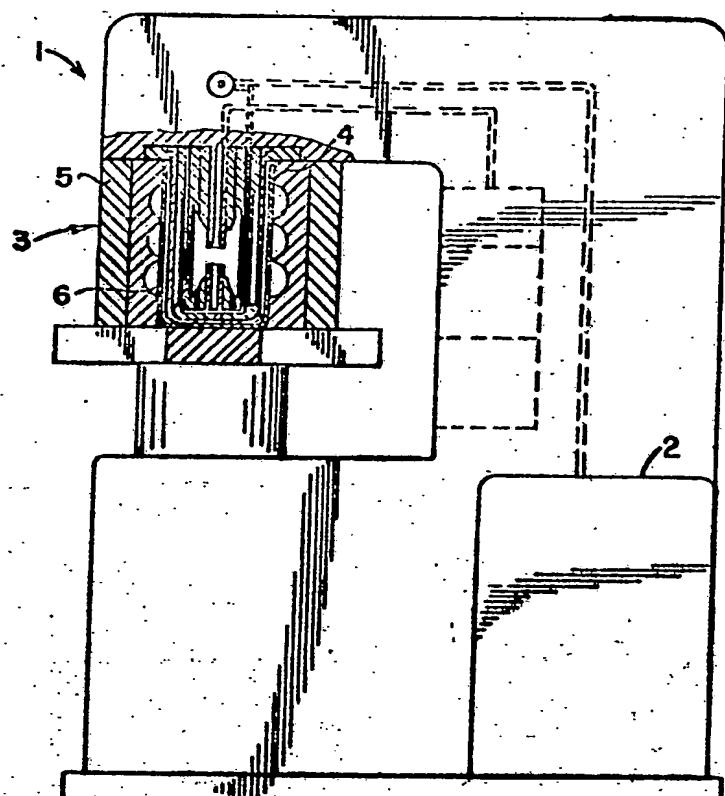
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite Aufnahmeeinrichtung (35) vorgesehen ist, um die zweite Elektrode (33) im Abstand von der ersten Elektrode (32) sowie der ersten Aufnahmeeinrichtung zu halten und daß die zweite Aufnahmeeinrichtung mit Zuleitungseinrichtungen ausgerüstet ist, um den flüssigen, in den Kanal der zweiten Elektrode einströmenden Elektrolyten sowie auch das durch Öffnungen der zweiten Aufnahmeeinrichtung strömende Wasser entsprechenden Öffnungen an der Außenseite der ersten Aufnahmeeinrichtung zuzuführen.
9. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Aufnahmeeinrichtung einen Durchströmkanal (24) aufweist, der nichtleitende Flüssigkeit in einem Winkel in die Druckkammer ausstößt, bei dem sich ein spiral-verwirbelter Abschirmstrom in der Kammer einstellt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß sich ein kurvenförmiger Strömungskanal (25) vom Nachbarschaftsbereich der zweiten Elektrode aus der Druckkammer nach außen erstreckt, um die nichtleitende Flüssigkeit abzuleiten.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Kanal der zweiten Elektrode ein dritter Strömungskanal zur Ableitung des flüssigen Elektrolyten aus der Druckkammer verbunden ist.
12. Verfahren zum Erzeugen von Druckstößen in einer Flüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst ein flüssiger Elektrolyt von einer Elektrode zu einer zweiten geleitet und dabei durch nichtleitende Flüssigkeit hindurch geführt wird, so daß eine elektrisch leitende Verbindung zwischen den Elektroden geschaffen wird, und daß eine Abschirmströmung aus elektrisch nichtleitender Flüssigkeit derart erzeugt wird, daß sie die aus dem Elektrolyten bestehende elektrische Brücke zwischen den Elektroden umgibt, und daß alsdann ein elektrisches Potential an die Elektroden gelegt wird, so daß ein Lichtbogen entsteht, der den Druckstoß erzeugt.

(52)	DT.KL.	(22)	AT	(43)	OT
7c	26-12		23.5.69		9.4.1970

1926448

.95.

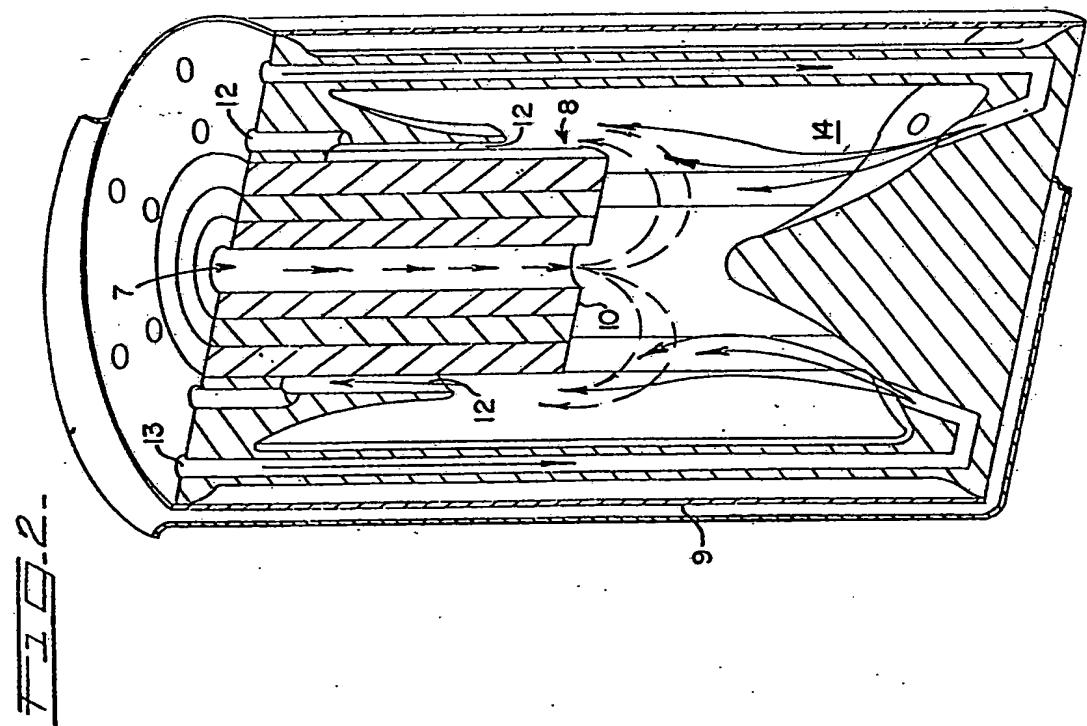
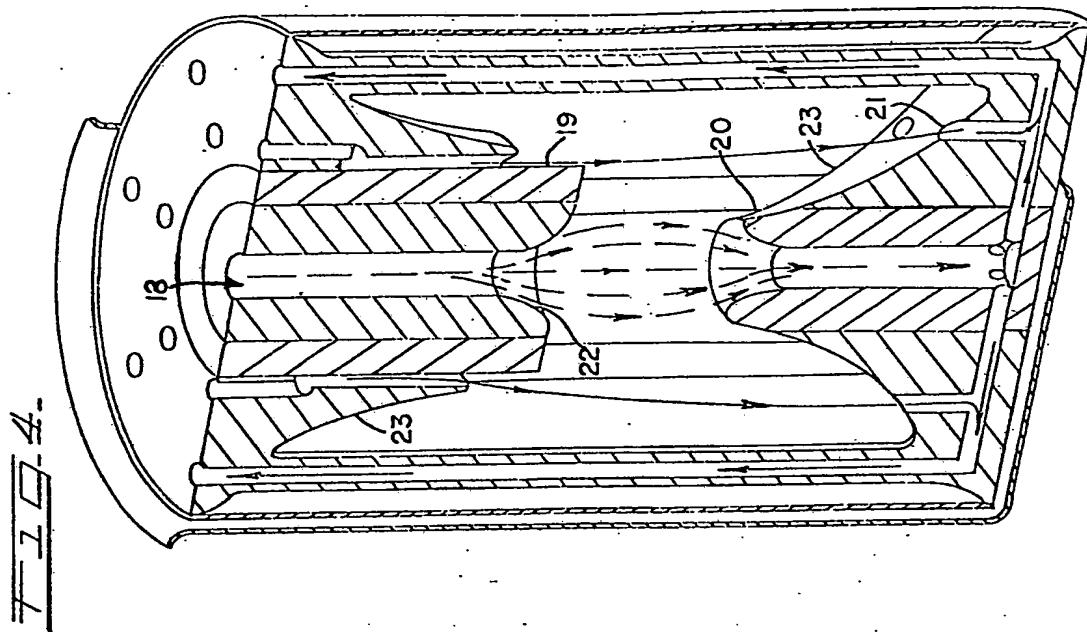


009815/1236

ORIGINAL INSPECTED

1926448

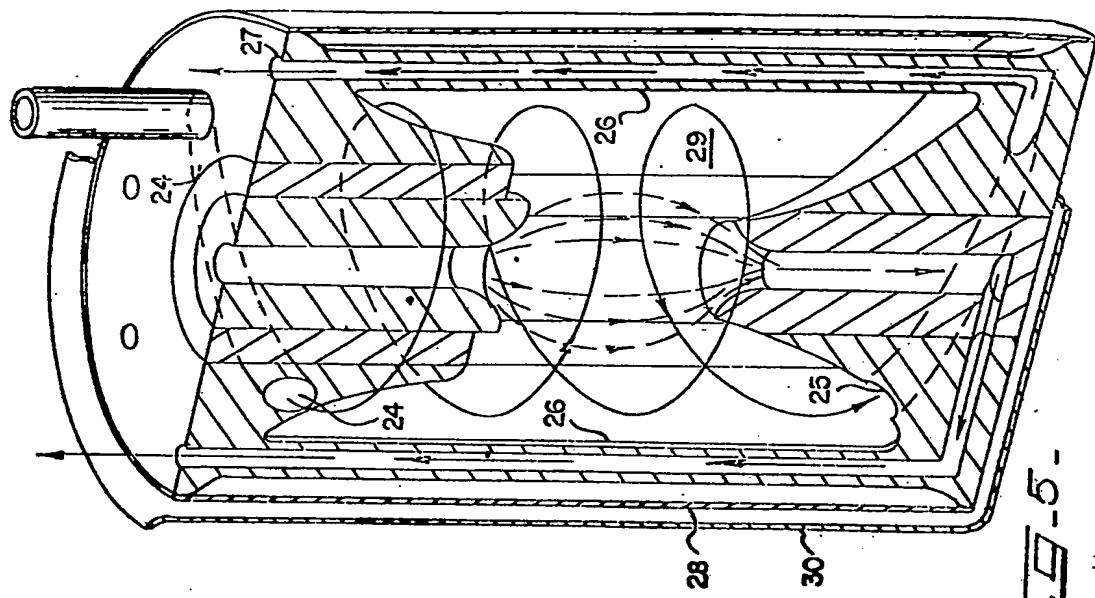
23



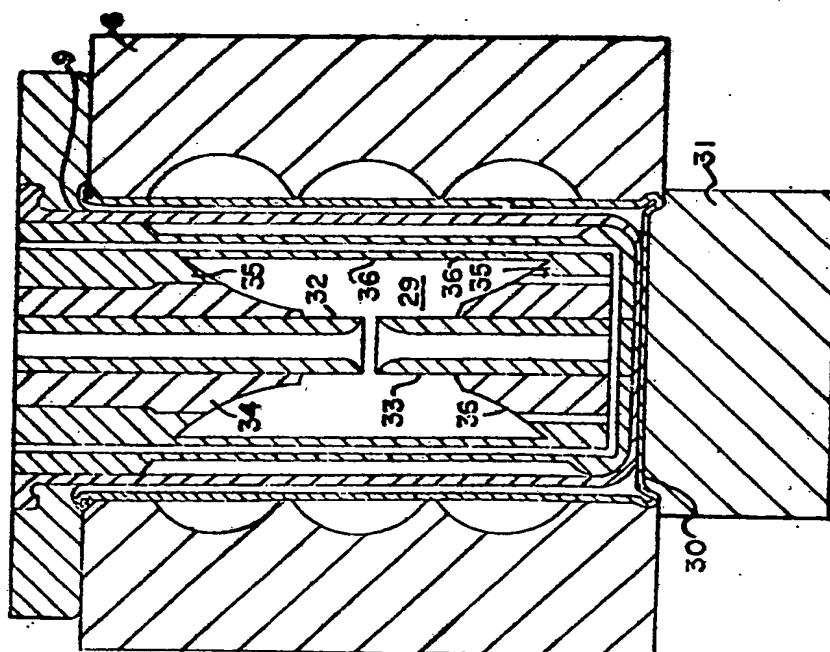
009815 / 1236

24

1926448



- 2 - 5 -



- 2 - 6 -

009345 / 1236

CONFIDENTIAL

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**

**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**